

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-248212

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 B 11/24  
G 0 6 T 7/00  
1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C

G 0 6 F 15/ 62 4 1 5  
15/ 64 M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平6-38928

(22) 出願日 平成6年(1994)3月10日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(71) 出願人 000237156

富士ファコム制御株式会社

東京都日野市富士町1番地

(72) 発明者 細川 勝美

東京都日野市富士町1番地 富士ファコム

制御株式会社内

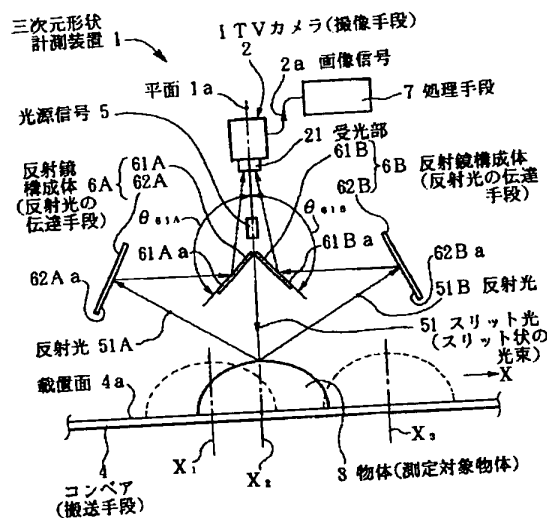
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 三次元形状計測装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 計測性能 (計測精度, 計測所要時間等) を向上  
すべく改良された三次元形状計測装置を提供する。

【構成】 三次元形状計測装置1は、受光部21を平面1  
a内で、しかもコンベア4の載置面4aに垂直に向けて  
設置したI TVカメラ2と、平面1aに対して垂直方向  
に物体3を載置する載置面4aを設置して、載置面4a  
上に物体3を載置して搬送するコンベアと、その幅方向  
が平面1a内に置かれたスリット状の光束51を、コン  
ベアの載置面4aの斜め上方から照射する光源装置5  
と、物体3から反射された光束51に関する反射光51  
A、51Bを、それぞれに受光部21に向けて導くこと  
もに、平面1aに対して面对称に設置された反射鏡構  
成体6A、6Bと、I TVカメラ2で出力された画像信号  
2aを入力して、画像信号2aに従って物体3の高さの  
算出等の演算を行う処理手段7を備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】計測対象物体からの反射光を入力してこの反射光に対応する画像信号を出力する撮像手段と、計測対象物体または撮像手段を平面状をした載置面上に載置して搬送する搬送手段と、搬送手段の搬送方向に関する垂直方向から計測対象物体にスリット状の光束を照射すると共に、この光束の幅方向が搬送手段の搬送方向に対して垂直方向となるように設置された光源装置と、光源装置からの前記光束が計測対象物体に当たって反射した反射光を撮像手段に導く反射光用の伝達手段と、撮像手段が出力する画像信号を処理して計測対象物体の形状を演算する画像信号の処理手段とを備えた三次元形状計測装置において、  
撮像手段は、スリット状の前記の光束の幅方向を含む平面内に、その受光部を計測対象物体側に向けて設置されたものであり、反射光用の伝達手段は、前記光束の幅方向を含む平面に関して互いに反対面側となる領域に、それぞれが二次元平面をなす反射面を持つ 2 枚の反射鏡を備えた一对の反射鏡構成体であり、それぞれの反射鏡構成体が備える第 1 の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けてその二次元平面の一方の座標軸を光束の幅方向を含む前記平面に平行させると共に、その反射面の他方の座標軸と光束の幅方向を含む前記平面とのなす角度が鈍角をなして設置され、それぞれの反射光用の伝達手段が備える第 2 の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてその一方の座標軸を第 1 の反射鏡の一方の座標軸に平行させると共に、その反射面で受けた計測対象物体から反射された光束の前記反射光を第 1 の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置され、光束の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対面側となる領域に計測対象物体からそれぞれ反射された前記の反射光が、撮像手段によって受光されるようするものであり、画像信号の処理手段は、それぞれの反射鏡構成体からの反射光に対応する画像信号を入力し、これ等の画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである、ことを特徴とする三次元形状計測装置。

【請求項 2】計測対象物体からの反射光等を入力してこの反射光等に対応する画像信号を出力する撮像手段と、計測対象物体または撮像手段を平面状をした載置面上に載置して搬送する搬送手段と、搬送手段の搬送方向に関する垂直方向から計測対象物体にスリット状の第 1 の光束を照射すると共に、この第 1 の光束の幅方向が搬送手段の搬送方向に対して垂直方向となるように設置された第 1 の光源装置と、第 1 の光源装置からの前記の第 1 の光束が計測対象物体に当たって反射した反射光を撮像手段に導く反射光用の伝達手段と、撮像手段が出力する画像信号を処理して計測対象物体の形状を演算する画像信号の処理手段とを備えた三次元形状計測装置において、

撮像手段は、第 1 の光源装置から照射された第 1 の光束の幅方向を含む平面内に、その受光部を計測対象物体側に向けて設置されたものであり、反射光用の伝達手段は、撮像手段が位置する第 1 の光束の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対面側となる領域に、それぞれが二次元平面をなす反射面を持つ 2 枚の反射鏡を備えた一对の反射鏡構成体であり、それぞれの反射鏡構成体が備える第 1 の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けてその二次元平面の一方の座標軸を第 1 の光束の幅方向に平行させると共に、その反射面の他方の座標軸と第 1 の光束の幅方向を含む前記の平面とのなす角度が鈍角をなし、しかも、それぞれの反射鏡構成体が備える第 1 の反射鏡の、第 1 の光源装置からの第 1 の光束の幅方向を含む平面側の相互間に間隙を介在させて設置され、それぞれの反射鏡構成体が備える第 2 の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてその一方の座標軸を第 1 の光束の幅方向に平行させると共に、その反射面で受けた計測対象物体が反射した第 1 の光束の反射光を第 1 の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置され、第 1 の光束の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対面側となる領域に計測対象物体からそれぞれ反射された前記の反射光が、撮像手段によって受光されるようにするものであり、計測対象物体の搬送に供せられる搬送手段または計測対象物体を載置する載置台は、少なくとも計測対象物体を載置する部位に、この第 1 の光束の持つ幅方向と平行させた幅方向を有するスリット状の開口部を設けるものであり、搬送手段の撮像手段の受光部に関する互い側には、前記開口部および第 1 の反射鏡の相互間の前記の間隙を通して撮像手段の受光部に向けてスリット状の第 2 の光束を照射する第 2 の光源装置が設置されており、この第 2 の光源装置が供給するスリット状の前記の第 2 の光束は、スリット状の第 1 の光束の幅方向と平行する幅方向を有するものであり、画像信号の処理手段は、それぞれの反射鏡構成体からの前記反射光に対応する画像信号と、スリット状の第 2 の光束に対応する画像信号を入力し、それぞれの画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである、ことを特徴とする三次元形状計測装置。

【請求項 3】計測対象物体からの反射光を入力してこの反射光に対応する画像信号を出力する撮像手段と、計測対象物体または撮像手段を平面状をした載置面上に載置して搬送する搬送手段と、搬送手段の搬送方向に関する垂直方向から計測対象物体にスリット状の光束を照射すると共に、この光束の幅方向が搬送手段の搬送方向に対して垂直方向となるように設置された光源装置と、光源装置からの前記光束が計測対象物体に当たって反射した反射光を撮像手段に導く反射光用の伝達手段と、撮像手段が出力する画像信号を処理して計測対象物体の形状を演算する画像信号の処理手段とを備えた三次元形状計測装置において、

光源装置は、スリット状の前記の光束を照射する複数の個別光源装置であり、それぞれの個別光源装置は、照射する前記光束の幅方向がいずれも、搬送手段の搬送方向に対して垂直方向になると共に、搬送手段の搬送方向に沿って互いに平行かつ間隔を設けて設置されるものであり、撮像手段は、光源装置が備えた複数の個別光源装置が照射する前記光束の内の、搬送手段の搬送方向に関してほぼ中央部に存在するスリット状の光束の幅方向を含む平面内に、その受光部を計測対象物体側に向けて設置されたものであり、反射光用の伝達手段は、撮像手段の位置に存在する光束の幅方向を含む平面に関して互いに反対側となる領域に、それぞれが二次元平面をなす反射面を持つ2枚の反射鏡を備えた一対の反射鏡構成体であり、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けてその二次元平面の一方の座標軸を光束の幅方向を含む前記平面に平行させると共に、その反射面の他方の座標軸と光束の幅方向を含む前記平面とのなす角度が鈍角をなして設置され、それぞれの反射光用の伝達手段が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてその一方の座標軸を第1の反射鏡一方の座標軸に平行させると共に、その反射面で受けた計測対象物体から反射された前記光束の反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置され、前記光束の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対側となる領域に計測対象物体からそれぞれ反射された前記反射光が、撮像手段によって受光されるようするものであり、画像信号の処理手段は、それぞれの反射鏡構成体からの複数の個別光源装置を光源とする前記反射光に対応する画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである、ことを特徴とする三次元形状計測装置。

【請求項4】請求項3に記載の三次元形状計測装置において、

撮影制御手段を備え、撮影制御手段は、撮像手段による撮像の実行を、搬送手段により搬送される計測対象物体または撮像手段が、複数の個別光源装置によるスリット状の光束の搬送手段の搬送方向に関して両端に位置するスリット状の前記の光束間の間隔と、隣接する前記スリット状の光束の相互間隔の和に等しい距離だけ移動するに要する時間と同一の周期で行わせる動作信号を撮像手段に与えるものであることを特徴とする三次元形状計測装置。

【請求項5】請求項3に記載の三次元形状計測装置において、

光源装置は、それぞれの個別光源装置が照射する光束の幅方向の相互間隔が、等間隔であり、また、撮影制御手段を備え、この撮影制御手段は、撮像手段による撮像の実行を、搬送手段により搬送される計測対象物体または撮像手段が、複数の個別光源装置によるスリット状の光束の搬送手段の搬送方向に関して、それぞれのスリット

状の前記の光束間の相互間隔に等しい距離だけ移動するに要する時間と同一の周期で行わせる動作信号を撮像手段に与えるものであることを特徴とする三次元形状計測装置。

【請求項6】計測対象物体からの反射光を入力してこの反射光に対応する画像信号を出力する撮像手段と、計測対象物体または撮像手段を平面状をした載置面上に載置して搬送する搬送手段と、計測対象物体にスリット状の光束を照射する光源装置と、光源装置からの前記光束が計測対象物体に当たって反射した反射光を撮像手段に導く反射光用の伝達手段と、撮像手段が出力する画像信号を処理して計測対象物体の形状を演算する画像信号の処理手段と、を備えた三次元形状計測装置において、光源装置は、スリット状の第1の光束群を照射する複数の個別光源装置を持つ第1の光源装置群であり、それぞれの個別光源装置は、照射する光束の幅方向が、いずれも計測対象物体が載置される載置面に対して水平方向になると共に、それぞれの幅方向が互いに平行かつ互いに間隔を設けらるよう設置されるものであり、反射光用の伝達手段は、共に円錐形状の反射面を有すると共に、それ等の中心軸線が搬送手段が持つ載置面に対して垂直となり、しかも、それ等の中心軸線が同心となるように設置された2個の反射鏡を備え、反射光用の伝達手段が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けて設置され、反射光用の伝達手段が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてと共に、その反射面で受けた計測対象物体から反射された前記第1の光束群の反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置されてなり、撮像手段は、その受光部を計測対象物体側に向けてと共に、2個の前記反射鏡が持つ円錐形状をなす反射面の、その円錐形の中心軸線上にその受光部が位置するよう設置されたものであり、画像信号の処理手段は、反射光用の伝達手段を介して入力された計測対象物体からの前記反射光に対応する複数の画像信号を入力し、これ等の画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである、ことを特徴とする三次元形状計測装置。

【請求項7】請求項6に記載の三次元形状計測装置において、

搬送手段の搬送方向に関する垂直方向から計測対象物体にそれぞれスリット状の第2の光束群を照射する複数の個別光源装置からなる第2の光源装置群を備え、第2の光源装置群の持つ複数の個別光源装置は、それぞれの光束の幅方向が搬送手段の搬送方向に対して垂直方向となると共に、これ等の光束がその幅方向で、搬送手段の搬送方向に沿って互いに平行するよう設置されたものであり、画像信号の処理手段は、反射光用の伝達手段を介して入力された計測対象物体からの第1の光源装置群による第1の光束群の反射光、および、前記の第2の光束群の反射光に対応する画像信号を入力し、それぞれの反

射光に対応する画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものであることを特徴とする三次元形状計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、画像を基にして物体の三次元形状の計測を行う装置に係わり、計測性能を向上すべく改良されたその構造に関する。

【0002】

【従来の技術】広く産業界において行われている画像を基にして計測対象物体（以降、単に物体と略称することがある。）の三次元形状を計測する方法の一つとして、2台のITVカメラ等の撮像手段（以降、単にカメラと略称することがある。）を物体に対して既知の角度で設置して撮影する両眼立体視法（ステレオ法）と呼ばれる方法がある。2つの画像間において対応点を捜し出し、その点の各画像における位置の差異によってその点の高さを算出する方法である。また、上記の2台のカメラの内、一方のカメラを光源に代えた方法として光投影法がある。光源には半導体レーザーなどが使用されるが、光源から照射される光束の形状としてスポット状の光束やスリット状の光束（以降、単にスリット光と略称することがある。）が用いられ、移動あるいは回転しながら撮影を行って、全体の形状を計測する方法である。いずれの場合においても、物体の高さや奥行きを算出する原理には、よく知られているところの三角測量の原理が用いられている。しかし、ステレオ法の場合では対応点の検出が困難である場合があるため、従来の多くの事例では、光切断法が利用されており、光源としてはスリット光を使用して、物体もしくはカメラが移動する方向に対して直交する方向からスリット光を照射し、カメラは物体の斜め上方から物体を撮影し、物体もしくはカメラを移動しながら間隔を置いて複数回数撮影することで、複数の物体の画像から、物体の三次元形状を計測する方法が用いられている。

【0003】また、三次元形状を入力する手段としてレンジファインダも知られている。これは、通常の画像を入力する場合と同様の手段で三次元形状を計測する装置である。原理的には、スリット光をガルバノミラー等で高速に走査し、物体までの距離を計測することで三次元形状を計測する。さらに、液晶等を用いて複数のパターン光を照射して空間コード化することにより三次元形状を計測する方法も知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来例の三次元形状の計測方法あるいはそれに用いられる三次元形状計測装置は、物体の三次元形状の計測を行うことは可能ではあるが、次記するような問題点が残存している。すなわち、（1）スリット光等を用いる三次元形状計測装置の場合には、物体の形状によっては、スリット光の反

射光のカメラへの到達が物体自身により妨げられてしまうことがあり、その場合には、カメラにより取得できる物体の画像が一部欠落することとなって、物体形状の計測精度が低下していた。また、（2）物体の形状や性状（表面粗さ、反射率等）によっては、物体の周縁部等の端部の画像が欠落することがしばしば発生し、この場合にも物体形状の正確な計測が困難になっていた。また、

（3）端部を含めて、物体の一部の画像が欠落した場合には、取得できた画像を用いて欠落した部分を補正する補正処理が行われるのであるが、物体の形状や性状によっては物体からの反射光が弱くなることがあり、その場合には端部等の存在位置が不確定となり、所望の補正処理の実行が困難になっていた。また（4）光切断法による三次元形状計測装置の場合には、各断面の画像情報を得るためには、物体またはカメラ等を移動させながら撮影する必要があるため、物体に関する全ての三次元形状の情報を得るためには、長い計測時間を要していた。さらにまた、（5）レンジファインダによる三次元形状計測装置の場合には、高い解像度をえることが原理的に困難であり、また、液晶等を用いる三次元形状計測装置の場合には、解像度を高めるために、複数の画像を得る必要があるので、長い計測時間を要していた。

【0005】この発明は、前述の従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、計測性能（計測精度、計測所要時間等）を向上すべく改良された三次元形状計測装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明では前述の目的は、

1) 計測対象物体からの反射光を入力してこの反射光に対応する画像信号を出力する撮像手段と、計測対象物体または撮像手段を平面状にした載置面上に載置して搬送する搬送手段と、搬送手段の搬送方向に関する垂直方向から計測対象物体にスリット光を照射すると共に、この光束の幅方向が搬送手段の搬送方向に対して垂直方向となるように設置された光源装置と、光源装置からの前記光束が計測対象物体に当たって反射した反射光を撮像手段に導く反射光用の伝達手段と、撮像手段が出力する画像信号を処理して計測対象物体の形状を演算する画像信号の処理手段とを備えた三次元形状計測装置において、撮像手段は、スリット状の前記の光束の幅方向を含む平面内に、その受光部を計測対象物体側に向けて設置されたものであり、反射光用の伝達手段は、前記光束の幅方向を含む平面に関して互いに反対側となる領域に、それぞれが二次元平面をなす反射面を持つ2枚の反射鏡を備えた一対の反射鏡構成体であり、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けてその二次元平面の一方の座標軸を光束の幅方向を含む前記平面に平行させると共に、その反射面の他方の座標軸と光束の幅方向を含む前記平面とのな

す角度が鈍角をなして設置され、それぞれの反射光用の伝達手段が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてその一方の座標軸を第1の反射鏡の一方の座標軸に平行させると共に、その反射面で受けた計測対象物体から反射された光束の前記反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置され、光束の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対側となる領域に計測対象物体からそれぞれ反射された前記の反射光が、撮像手段によって受光されるようするものであり、画像信号の処理手段は、それぞれの反射鏡構成体からの反射光に対応する画像信号を入力し、これ等の画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである構成としたこと、または

2) 計測対象物体からの反射光等を入力してこの反射光等に対応する画像信号を出力する撮像手段と、計測対象物体または撮像手段を平面状をそした載置面上に載置して搬送する搬送手段と、搬送手段の搬送方向に関する垂直方向から計測対象物体にスリット状の第1の光束を照射すると共に、この第1の光束の幅方向が搬送手段の搬送方向に対して垂直方向となるように設置された第1の光源装置と、第1の光源装置からの前記の第1の光束が計測対象物体に当たって反射した反射光を撮像手段に導く反射光用の伝達手段と、撮像手段が出力する画像信号を処理して計測対象物体の形状を演算する画像信号の処理手段とを備えた三次元形状計測装置において、撮像手段は、第1の光源装置から照射された第1の光束の幅方向を含む平面内に、その受光部を計測対象物体側に向けて設置されたものであり、反射光用の伝達手段は、撮像手段が位置する第1の光束の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対側となる領域に、それぞれが二次元平面をなす反射面を持つ2枚の反射鏡を備えた一对の反射鏡構成体であり、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けてその二次元平面の一方の座標軸を第1の光束の幅方向に平行させると共に、その反射面他方の座標軸と第1の光束の幅方向を含む前記の平面とのなす角度が鈍角をなし、しかも、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡の、第1の光源装置からの第1の光束の幅方向を含む平面側の相互間に間隙を介在させて設置され、それぞれの反射鏡構成体が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてその一方の座標軸を第1の光束の幅方向に平行させると共に、その反射面で受けた計測対象物体が反射した第1の光束の反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置され、第1の光束の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対側となる領域に計測対象物体からそれぞれ反射された前記の反射光が、撮像手段によって受光されるようするものであり、計測対象物体の搬送に供せられる搬送手段または計測対象物体を載置する載置台は、少なくとも計測対象物体を載置する部位に、この第1の光束の持つ幅方向と

平行させた幅方向を有するスリット状の開口部を設けるものであり、搬送手段の撮像手段の受光部に関する反対側には、前記開口部および第1の反射鏡の相互間の前記の間隙を通して撮像手段の受光部に向けてスリット状の第2の光束を照射する第2の光源装置が設置されており、この第2の光源装置が供給するスリット状の前記の第2の光束は、スリット状の第1の光束の幅方向と平行する幅方向を有するものであり、画像信号の処理手段は、それぞれの反射鏡構成体からの前記反射光に対応する画像信号と、スリット状の第2の光束に対応する画像信号を入力し、それぞれの画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである構成としたこと、または

3) 計測対象物体からの反射光を入力してこの反射光に対応する画像信号を出力する撮像手段と、計測対象物体または撮像手段を平面状をした載置面上に載置して搬送する搬送手段と、搬送手段の搬送方向に関する垂直方向から計測対象物体にスリット光を照射すると共に、この光束の幅方向が搬送手段の搬送方向に対して垂直方向となるように設置された光源装置と、光源装置からの前記光束が計測対象物体に当たって反射した反射光を撮像手段に導く反射光用の伝達手段と、撮像手段が出力する画像信号を処理して計測対象物体の形状を演算する画像信号の処理手段とを備えた三次元形状計測装置において、光源装置は、スリット状の前記の光束を照射する複数の個別光源装置であり、それぞれの個別光源装置は、照射する前記光束の幅方向がいずれも、搬送手段の搬送方向に対して垂直方向になると共に、搬送手段の搬送方向に沿って互いに平行かつ間隔を設けて設置されるものであり、撮像手段は、光源装置が備えた複数の個別光源装置が照射する前記光束の内の、搬送手段の搬送方向に関してほぼ中央部に存在するスリット光の幅方向を含み平面内に、その受光部を計測対象物体側に向けて設置されたものであり、反射光用の伝達手段は、撮像手段の位置に存在する光束の幅方向を含む平面に関して互いに反対側となる領域に、それぞれが二次元平面をなす反射面を持つ2枚の反射鏡を備えた一对の反射鏡構成体であり、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けてその二次元平面の一方の座標軸を光束の幅方向を含む前記平面に平行させると共に、その反射面他方の座標軸と光束の幅方向を含む前記平面とのなす角度が鈍角をなして設置され、それぞれの反射光用の伝達手段が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてその一方の座標軸を第1の反射鏡一方の座標軸に平行させると共に、その反射面で受けた計測対象物体から反射された前記光束の反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置され、前記光束の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対側となる領域に計測対象物体からそれぞれ反射された前記反射光が、撮像手段によって受光されるよ

うするものであり、画像信号の処理手段は、それぞれの反射鏡構成体からの複数の個別光源装置を光源とする前記反射光に対応する画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである構成としたこと、または

4) 前記3項に記載の手段において、撮影制御手段を備え、撮影制御手段は、撮像手段による撮像の実行を、搬送手段により搬送される物体または撮像手段が、複数の個別光源装置によるスリット光の搬送手段の搬送方向に関して両端に位置するスリット状の前記の光束間の間隔と、隣接する前記スリット光の相互間隔の和に等しい距離だけ移動するに要する時間と同一の周期で行わせる動作信号を撮像手段に与えるものである構成としたこと、または

5) 前記3項に記載の手段において、光源装置は、それぞれの個別光源装置が照射する光束の幅方向の相互間隔が、等間隔であり、また、撮影制御手段を備え、この撮影制御手段は、撮像手段による撮像の実行を、搬送手段により搬送される物体または撮像手段が、複数の個別光源装置によるスリット光の搬送手段の搬送方向に関して、それぞれのスリット状の前記の光束間の相互間隔に等しい距離だけ移動するに要する時間と同一の周期で行わせる動作信号を撮像手段に与えるものである構成としたこと、または

6) 計測対象物体からの反射光を入力してこの反射光に対応する画像信号を出力する撮像手段と、計測対象物体または撮像手段を平面状をした載置面上に載置して搬送する搬送手段と、計測対象物体にスリット光を照射する光源装置と、光源装置からの前記光束が計測対象物体に当たって反射した反射光を撮像手段に導く反射光用の伝達手段と、撮像手段が出力する画像信号を処理して計測対象物体の形状を演算する画像信号の処理手段と、を備えた三次元形状計測装置において、光源装置は、スリット状の第1の光束群を照射する複数の個別光源装置を持つ第1の光源装置群であり、それぞれの個別光源装置は、照射する光束の幅方向が、いずれも計測対象物体が載置される載置面に対して水平方向になると共に、それぞれの幅方向が互いに平行かつ互いに間隔を設けらるるよう設置されるものであり、反射光用の伝達手段は、共に円錐形状の反射面を有すると共に、それ等の中心軸線が搬送手段が持つ載置面に対して垂直となり、しかも、それ等の中心軸線が同心となるように設置された2個の反射鏡を備え、反射光用の伝達手段が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けて設置され、反射光用の伝達手段が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてと、その反射面を受けた計測対象物体から反射された前記第1の光束群の反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置されてなり、撮像手段は、その受光部を計測対象物体側に向けてと、2個の前記反射鏡を持つ円錐形状

をなす反射面の、その円錐形の中心軸線上にその受光部が位置するよう設置されたものであり、画像信号の処理手段は、反射光用の伝達手段を介して入力された計測対象物体からの前記反射光に対応する複数の画像信号を入力し、これ等の画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである構成としたこと、さらにまたは

7) 前記6項に記載の手段において、搬送手段の搬送方向に関する垂直方向から物体にそれぞれ第2のスリット光群を照射する複数の個別光源装置からなる第2の光源装置群を備え、第2の光源装置群の持つ複数の個別光源装置は、それぞれの光束の幅方向が搬送手段の搬送方向に対して垂直方向となると共に、これ等の光束がその幅方向で、搬送手段の搬送方向に沿って互いに平行するよう設置されたものであり、画像信号の処理手段は、反射光用の伝達手段を介して入力された物体からの第1の光源装置群よりの第1の光束群の反射光、および、前記の第2の光束群の反射光に対応する画像信号を入力し、それぞれの反射光に対応する画像信号を互いに補間させて処理して物体の形状を演算するものである構成としたこと、により達成される。

#### 【0007】

【作用】この発明においては、

(1) それぞれの反射鏡構成体が備える第2の反射鏡は、従来例によるカメラの、物体の反射光を入力する受光部が位置されていた位置に設置される。物体から反射したスリット光は、このように設置されたそれぞれの第2の反射鏡に入射する。また、それぞれの反射鏡構成体が備える第2の反射鏡と第1の反射鏡とは、その反射面の一方の座標軸を互いに平行させて設置されていることで、第2の反射鏡に入射したうえで反射した前記反射光は、物体から反射したままの状態を維持して、同一の反射鏡構成体が備える第1の反射鏡に入射される。それぞれの反射鏡構成体の第1の反射鏡で反射した前記反射光は、同時に撮像手段の受光部に入射する。

【0008】従って、撮像手段には、物体の前記スリット光の幅方向を含む平面に関して互いに反対側となる領域に反射した前記スリット光の反射光が、同時に入射することになる。このことは、撮像手段には、前記平面に関して互いに反対側の斜め上方から、物体からの反射光を受光した場合に得られるそれぞれの画像が、1台の撮像手段による画像で得られることになる。

【0009】物体を撮像手段で撮像する場合に、例えば物体の形状がドーム状である場合等に、物体からの反射光を受光する位置と物体の形状との関係で、ある部位の物体で反射した反射光を入射させることができないことが有るが、この発明による撮像手段で得られる画像では、一方の反射鏡構成体を介した反射光であっても陰になることで画像が欠落する物体部位が有っても、この部位の画像は他方の反射鏡構成体を介した反射光による画

像により得ることができる。この画像信号を画像信号の処理手段により、前記平面に関して互いに反対面側となる領域に反射した反射光による画像信号を互いに補間させて処理し、欠落された物体部分の画像を補間し合うことで、ドーム状のような形状の物体の正確な計測が可能となる。

(2) 第1の光源装置による前記(1)項による作用に、第2の光源装置が供給する第2のスリット光による作用が加えられる。この第2のスリット光は、搬送手段または載置台の物体を載置する載置面に設けられたスリット状の開口部と、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡の相互間に設置された間隙とを通して、撮像手段の受光部に向けて照射される。またこの第2のスリット光は、撮像手段の受光部において、第1の光源装置が供給した第2のスリット光による、それぞれの反射鏡構成体を介して入射されるそれぞれの反射光に領域に挟まれた、中間の領域に入射される。

【0010】撮像手段の中間の領域に得られる画像は、前記の開口部に物体が存在していない場合には、第2のスリット光そのままのスリット状の画像である。しかし、前記開口部に物体が載置されている場合には、物体によって第2のスリット光の一部が遮蔽されることになるので、中間の領域に得られる画像も、物体により遮蔽された部分が欠落したものとなる。例えば、物体をその最大幅が開口部に位置するように載置すれば、この第2のスリット光の欠落した部分が物体の最大幅であることで、第2のスリット光の画像によって、物体の幅方向寸法の情報を正確に得ることが可能となる。

【0011】物体の端部周辺部位において、反射光が弱いとか、物体形状の変化が激しい等のために、第1のスリット光による画像からだけでは計測精度の維持が困難である場合に、第1のスリット光による画像信号の補正、補間処理に、第2のスリット光の画像信号を用いることで、計測精度を向上させることが可能となる。

(3) 前記(1)項による作用に、光源装置として搬送手段の搬送方向に沿って互いに平行かつ間隔を設けられた複数の個別光源装置から照射されるところの、複数のスリット光による作用が加えられる。

【0012】それぞれの個別光源装置から照射されたスリット光は、前記(1)項で述べたスリット光による反射光と同様に、撮像手段に入射される。ただし、これ等の個別光源装置は、前記(1)項で述べた光源装置によるスリット光とは異なり、搬送手段の搬送方向に沿って互いに平行かつ間隔を設けて設置されている。このために、個別光源装置から照射されたスリット光によって撮像手段で得られる画像は、前記(1)項で述べたスリット光による画像に対して、前記間隔に対応する間隔を隔てられたものとして得られることになる。このために、撮像手段には、物体に対して、複数の個別光源装置によるスリット光が当たっている範囲分の複数のスリット光

に対応する複数の画像が、1回の撮影によって得られることになる。

【0013】(4) 前記(3)項において、撮影制御手段を備え、この撮影制御手段から出力された動作信号により、撮像手段は、複数の個別光源装置によるスリット光の搬送手段の搬送方向に関して、両端に位置するスリット光間の間隔と、隣接する前記スリット光の相互間隔の和に等しい距離だけ移動するに要する時間と同一の周期で連続して撮影を行う。これにより、両端に位置するスリット光の間と隣接するスリット光の相互間隔の和に等しい距離に在る物体の画像が1回の撮影で取得できるので、物体全体の3次元形状に関する画像を少ない撮影回数で完了することが可能となる。

【0014】(5) 前記(3)項において、撮影制御手段を備え、この撮影制御手段から出力された動作信号により、撮像手段は、複数の個別光源装置によるスリット光間の相互間隔に等しい距離だけ移動するに要する時間と同一の周期で連続して撮影を行う。これにより、物体の1つの部位の画像が、個別光源装置の設置されている台数と同じ数だけ得られることになる。ところで、これ等の画像は、最初に得られた画像と、この画像が得られた際の物体の位置から、物体が順次個別光源装置によるスリット光の相互間隔だけ移動した後の画像とからなる。従って、これ等の画像においては、スリット光の照射を受けている前記の物体の1つの個所と、第2の反射鏡とのなす角度は、順次異なったものとなる。すなわち、同一個所を、互いに異なる多数の角度から観測した場合の画像信号を得ることが可能となる。

【0015】物体を撮像手段で撮影する場合に、物体の形状が凹凸を持つ場合等に、物体からの反射光を受光する位置と物体の形状との関係で、ある部位の物体で反射した反射光を入射させることができないことが有るが、この発明による撮像手段で得られる画像では、ある角度で受光した場合の反射光であっては陰になることで画像が欠落する物体部位が有っても、この部位の画像は他の角度で受光した他の画像により得ることができる可能性を持つ。

【0016】これにより、前記(1)項による作用に加えて、同一部位を互いに異なる多数の角度から観測した場合の画像信号を互いに補間させて処理して、欠落された物体部分の画像を補間し合うことで、大きな凹凸を持つ形状の物体であっても正確な計測が可能となるのである。

(6) 第1の光源装置群が備える複数の個別光源装置による第1のスリット光群のそれぞれの光束は、スリット状であり、しかも物体が載置されている載置面に対して、その幅方向がいずれも水平方向であり、しかも互いに平行かつ間隔が設けられたスリット光である。それぞれのスリット光による反射光は、物体の周囲を一巡する環状のものとなる。このそれぞれの反射光は、前記

(1) 項による作用とほぼ同様にして、第2の反射鏡と第1の反射鏡に順次入射して、第1の反射鏡から反射される。ところで、反射光用の伝達手段が備える第1の反射鏡と第2の反射鏡が、共に円錐形であること等により、第1の反射鏡から反射する反射光は、スリット光が物体から反射したままの状態を維持する。

【0017】このために前記反射光は、物体の周囲を一巡する環状であり、それぞれの第1のスリット光群による反射光は、それぞれのスリット光の相互間隔に従う物体の等高位置で反射した反射光に対応する。この第1の反射鏡からの反射光が、撮像手段の受光部に入射する。従って、撮像手段では、複数のスリット光が照射された部位のそれぞれの等高位置の物体の形状を表す画像が、1台の撮像手段での1回の撮影による画像で得られることになり、1台の撮像手段を用いての1回の撮影によって、物体の三次元形状の計測が可能となる。

【0018】(7) 第1の光源装置群による前記(6)項による作用に、第2の光源装置群の備える複数の個別光源装置による第2のスリット光群による作用が加えられる。この第2のスリット光群による反射光は、前記

(3) 項で述べたスリット光による反射光と同様にして、撮像手段に入射される。このために、第1の光源装置群の第1のスリット光群の反射光による画像と、第2のスリット光群の反射光による画像とは、互いに交差した状態で得られる。

【0019】第1のスリット光群による画像と、第2のスリット光群による画像とが交差した交点に着目すると、第2のスリット光群の画像上の交点側について考察した場合に、互いに隣接する交点間の画像は、互いに隣接する第1のスリット光群によるスリット光が照射された異なる等高位置の間の物体の形状を表すものである。従って、第1のスリット光群による画像信号に加えて、第2のスリット光群による画像信号を用いることで、等高線間の物体形状が補間された、精度の一層高い物体の三次元形状の計測が可能となる。

【0020】

【実施例】以下この発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。

実施例1；図1は、請求項1に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図であり、図2は、図1中に示した処理手段のブロック図である。図3は、図1中に示した三次元形状計測装置で得られる一例としての画像のグラフであり、(a)は、物体の先端部にスリット光が照射されている場合であり、(b)は物体の中心部にスリット光が照射されている場合であり、(c)は、スリット光の照射位置を物体が通過してしまった場合である。

【0021】図1、図2において、1は、撮像手段である既知のITVカメラ2と、計測対象物体3を載置して搬送する搬送手段である既知のコンベア4と、光源装置

5と、一対の反射鏡構成体6A、6Bでなる反射光用の伝達手段と、ITVカメラ2が出力する画像信号の処理手段7とを備える三次元形状計測装置である。光源装置5は、カメラ2の撮影の邪魔にならないように、コンベア4の搬送方向(図1中に矢印Xで示した。)に対して直角方向の斜め上方からコンベア4の載置面4aに対してスリット光51を照射する装置であり、例えば、レーザー光源装置とシリンドリカルレンズとを組み合わせた装置である。光源装置5は、スリット光51のスリット状の幅方向がコンベア4の搬送方向に対して垂直方向となるように設置されている。カメラ2は、スリット光51の幅方向を含む平面1a(載置面4aに対して垂直な平面である。)内に、その受光部21を物体3側に向けて設置されたものであり、受光部21に入射された、物体4から反射したスリット光51の反射光に対応する画像信号2aを出力する。

【0022】一対の反射鏡構成体6A、6Bのそれぞれは、平面1aに関して互いに反対側となる領域に設置され、それぞれが平面をなす反射面を持つ2枚の矩形の反射鏡を備えている。一方の反射鏡構成体6Aの備える第1の反射鏡61Aは、その反射面61Aaを受光部21側に向けて、矩形の一边を平面1aに平行させると共に、矩形の反射面61Aaの平面1aとのなす角度 $\theta_{61A}$ が鈍角をなして設置されている。一方の反射鏡構成体6Aの備える第2の反射鏡62Aは、その反射面62Aaを物体3側に向けて、その矩形の一边を、反射鏡61Aの矩形の一边に平行させると共に、その反射面62Aaで受けた物体3から反射されたスリット光51の反射光51Aを反射鏡61Aの反射面61Aaに向けて反射する位置に設置されている。他方の反射鏡構成体6Bの備える第1の反射鏡61Bは、その反射面61Baを受光部21側に向けて、矩形の一边を平面1aに平行させると共に、矩形の反射面61Baの平面1aとのなす角度 $\theta_{61B}$ が鈍角をなして設置されている。一方の反射鏡構成体6Bの備える第2の反射鏡62Bは、その反射面62Baを物体3側に向けて、その矩形の一边を、反射鏡61Bの矩形の一边に平行させると共に、その反射面62Baで受けた物体3から反射されたスリット光51の反射光51Bを反射鏡61Bの反射面61Baに向けて反射する位置に設置されている。すなわち、反射鏡構成体6Aと反射鏡構成体6Bとは、平面1aに関して、互いに面対称となるように構成されている。反射鏡構成体6A、6Bは、物体3から反射されたそれぞれの反射光51A、51Bを、反射鏡62A、62Bで受光して、反射鏡61A、61Bに向けて反射し、反射鏡61A、61Bは、反射鏡62A、62Bに映る物体3の像の全体が、カメラ2の受光部21によって受光されるようにしている。なお、反射鏡61Bの平面1a側の辺と、反射鏡61Aの平面1a側の辺との間には、間隙が存在していても、また間隙が存在し



ていなくても、どちらでも差し支えは無い。

【0023】画像信号2aの処理手段7は、A/D変換回路部71と、複数のフレームメモリ72と、処理回路部73と、データベース74とを備えている。A/D変換回路部71は、アナログ信号である画像信号2aを入力して、デジタル信号に変換したうえでフレームメモリ72に出力する。フレームメモリ72は、デジタル化された画像信号2aを入力して格納する。処理回路部73は、フレームメモリ72に格納されているデジタル化された画像信号2aを、データベース74を介して取り出し、よく知られた三角測量の原理により、画像信号2aに従う物体3の高さの算出等の演算を行う。

【0024】図1、図2に示した三次元形状計測装置1は前述の構成としており、光切断法を利用して物体3の三次元形状を計測する装置である。この三次元形状計測装置1では、物体3は、コンベア4の載置面4a上に載置されて、図1において紙面に向かって左から右へと搬送される。その間に平面1aを垂直に横切り、その際に、スリット光51の照射を受ける。このため、まずその先端部がスリット光51の照射を受ける〔この状態の物体3の位置は、図1(a)中で点線で描いた物体3の中央線が符号 $X_1$ で示した部位に在る位置である。〕。この状態においては、物体3がこの事例ではドーム状の形状をしているので、反射光51Aの反射鏡61Aへの到達は、物体3自身により妨げられる。従って、カメラ2の受光部21によって受光されるのは、反射光51Bだけとなる。

【0025】ここでカメラ2で得られる画像フレーム9を説明する。図3において、911は、反射光51Aに対する画像フレームであり、912は、反射光51Bに対する画像フレームである。三次元形状計測装置1では、1台のカメラ2によって、反射光51Aと反射光51Bの両反射光に対する画像を得ることができるのである。ところで物体3の中央線が $X_1$ の位置に有る場合には、カメラ2で得られる画像フレーム9は、前記した理由により、画像フレーム911中には何の画像も存在せず、画像フレーム912中に、物体3の中央線が $X_1$ の位置に有る場合に対応する反射光51Bによる画像311bが存在するのみである。この画像フレーム9中の画像は、画像信号2aとしてカメラ2から出力され、A/D変換回路部71を介してデジタル化されたうえで、フレームメモリ72の1枚に格納される。

【0026】物体3の搬送が進み、物体3の中央線が符号 $X_2$ で示した部位にある位置、すなわち、物体3の中央線が平面1aに合致する位置〔この状態の物体3の位置を、図1(a)中で実線で描いて示してある。〕に到達すると、反射光51A、51Bはそれぞれ反射鏡61A、61Bに到達する。この場合には、図3(b)中に示すごとく、画像フレーム911中には、物体3の中央線が $X_2$ の位置に有る場合に対応する反射光51Aによ

る画像312aが存在し、画像フレーム912中には、物体3の中央線が $X_2$ の位置に有る場合に対応する反射光51Bによる画像312bが存在することになる。この画像フレーム9中の画像も、画像信号2aとしてカメラ2から出力され、別のフレームメモリ72の1枚に格納される。

【0027】さらに、物体3の搬送が進み、物体3の後端部が平面1aの位置を通過する〔この状態の物体3の位置を、図1(a)中で点線で描いた物体3の中央線が符号 $X_3$ で示した部位に在る位置。〕と、反射光51A、51Bはそれぞれ載置面4aで反射したうえで、反射鏡61A、61Bに到達する。この場合には、図3(c)中に示すごとく、画像フレーム911中には、載置面4aの位置に対応する反射光51Aによる画像313aが存在し、画像フレーム912中には、載置面4aの位置に対応する反射光51Bによる画像313bが存在することになる。この画像フレーム9中の画像も、画像信号2aとしてカメラ2から出力され、さらに別のフレームメモリ72の1枚に格納される。

【0028】なお、図1中には煩雑になることを避けるために記載を省略したが、図1(a)中に示した位置 $X_1 \sim X_3$ 以外の場所における物体3の画像信号2aも、必要に応じてフレームメモリ72にそれぞれ格納されることは勿論である。このようにしてフレームメモリ72に格納された物体3等に関する画像信号2aを整理して記述すると、位置 $X_1$ 付近、および位置 $X_1$ と位置 $X_2$ との中間の位置では、反射光51Aによる画像は存在しないが、この場合には、反射光51Bによる画像が存在する。また、位置 $X_2$ およびその付近の位置では、反射光51Aによる画像と、反射光51Bによる画像が存在する。さらに、位置 $X_2$ 付近から位置 $X_3$ に至る間の物体3の位置では、反射光51Bによる画像は存在しないが、この場合には、反射光51Aによる画像が存在する。

【0029】これらのフレームメモリ72に格納された画像信号2aが、処理回路部73に取り出されて、演算処理が行われる。例えば、位置313における画像信号2aに記録されている載置面4aの位置に関する画像信号2aを基にして、位置311における画像信号2aに記録されているその位置においてスリット光51が照射されている物体3に部位の高さが、三角測量の原理により演算される。また、位置 $X_1$ 付近の反射光51Bによる画像信号2aと、位置 $X_2$ およびその付近における反射光51A、51Bによる画像信号2aと、位置 $X_2$ 付近から位置 $X_3$ に至る間の反射光51Aによる画像信号2aが総合されて処理される。反射光51Aによる画像信号2aと反射光51Bによる画像信号2aとが、搬送方向に関して、物体3の互いに反対側となる部位に関する画像信号2aであることに留意すると、カメラ2により取得できる物体3の画像が一部欠落することがあって

も、三次元形状計測装置1で得られたこれ等の画像信号2aを総合して処理することで、欠落された物体部分の画像を補間し合うことが可能となり、これにより、物体3の形状がドーム状のような形状であっても、物体3全体の形状計測を正確に行うことが可能となるのである。

【0030】実施例2；図4は、請求項2に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図であり、図5は、図4中に示した三次元形状計測装置で得られる一例としての画像のグラフであり、図6は、画像の補間方法を説明するグラフである。図4～図6において、図1～図3に示した請求項1に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。図4において、1Aは、図1、図2に示した請求項1に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置1に対し、反射鏡構成体6A、6Bとコンベア4に替えて、反射鏡構成体6C、6Dとコンベア4Aを用いるようにすると共に、第2の光源装置5Yを備えるようにした三次元形状計測装置である。なおこの場合、光源装置5が第1の光源装置である。

【0031】反射鏡構成体6C、6Dの反射鏡構成体6A、6Bに対する相違点は、反射鏡構成体6C、6Dでは、反射鏡61Bの平面1a側の辺と、反射鏡61Aの平面1a側の辺との間には、間隙Gが必ず形成される必要が有ることである。コンベア4Aのコンベア4に対する相違点は、少なくとも物体3を載置する部位に、開口部41が形成されたことである。この開口部41は、平面1aに平行させた幅方向を有するスリット状をなしている。光源装置5Yは、コンベア4Aのカメラ2の受光部21に関する反対側面に設置され、開口部41および間隙Gを通して、受光部21に向けて平行光線による第2のスリット光59を照射する。このスリット光59は、第1のスリット光51の幅方向と平行する幅方向を有するものである。

【0032】図4に示した三次元形状計測装置1Aは前述の構成としており、光切断法を利用して物体3の三次元形状を計測する装置である。ここで、三次元形状計測装置1Aにおいて、カメラ2で得られる画像フレーム9Aを説明する。図5中に示したごとく、三次元形状計測装置1Aにおいては、三次元形状計測装置1の場合とは異なり、間隙Gが存在していることにより、反射光51Aに対する画像フレーム921と、反射光51Bに対する画像フレーム922との間に、間隙Gに対応する間隔が存在することになる。この間隔の部位にスリット光59による画像が形成される画像フレーム923が得られることになる。

【0033】画像フレーム923に得られるスリット光59の画像は、開口部41上に物体3が存在していない場合には、スリット光59が持つそのままのスリット状の画像である。しかし、図4に示した開口部41上

に物体3が載置されている場合には、物体3によってスリット光59の中間部が遮蔽されることになるので、画像フレーム923に得られるスリット光59による画像は、図5中に符号591で示したごとく、物体3により遮蔽された部分Wが欠落したものとなる。例えば、物体3をその最大幅が開口部41上に位置するように載置すれば、このスリット光59の欠落した部分Wが物体3の最大幅であるとして直接得ることが可能になるのである。

【0034】物体3の形状によっては、画像フレーム921、画像フレーム922で得られる物体3の画像では、物体3の端部部分を含む全ての画像を得ることはできないことが多いものである。しかし、三次元形状計測装置1Aでは、画像フレーム9Aに対応する画像信号2aを用いて処理回路部73において演算処理を行うことができる。三次元形状計測装置1Aにおける処理回路部73における演算処理方法を図6によって説明する。図6中に示した物体3の画像311bでは、物体3の形状・性状等が原因で物体3の端部部分の反射光51Bが弱くなったために、物体3の端部部分の画像が得られていない。すなわち、画像311bでは、載置面4a相当する面上で、図6中のA点に相当する画像311bのP点から端部B点までの間の画像が欠落している。このために、P点からB点の間を補間する必要がある。この場合、B点に関するデータが無いので、この補間作業は推定等により実施しなければならず、P点以降をどのように補間するかにより物体3の形状の計測精度に影響を受けざるをえないところである。三次元形状計測装置1Aにおいては、物体3の最大幅Wが欠落部分として持つスリット光59による画像591が同時に得られており、物体3の最大幅Wが正確に計測される。画像311bの端部B点は、この画像591の欠落個所の境界点として得ることができる。この実測データによるB点を基にして、P点からB点の間を補間することができることで、物体3の端部および端部付近の形状を正確に補間することが可能となるのである。なお、このP点からB点間

の補間方法は、直線補間、曲線補間、または、物体3の特性に適合した適宜の補間方法を用いることができるものである。

【0035】実施例3；図7は、請求項3～5に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図であり、図8は、図7中に示した三次元形状計測装置で得られる一例としての画像のグラフであり、図9は、図7におけるR部の詳細図である。図7～図9において、図1～図3に示した請求項1に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0036】図7において、1Bは、図1、図2に示した請求項1に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置1に対して、光源装置として光源装置5に加えて、光源装置5C～5Fを備えるようにすると共

に、必要に応じて、撮影制御手段8を備えるようにした三次元形状計測装置である。それぞれの光源装置5C~5Fは、光源装置5と同一の光源装置であり、光源装置5と同様に、カメラ2の撮影の邪魔にならないように、コンベア4の搬送方向に対して直角方向の斜め上方から、光源装置5によるスリット光51と平行させて、スリット光51C~51Fをそれぞれ出射する。光源装置5C~5Fは、スリット光51とスリット光51C~51Fとが、図7中の示したごとく、互いに等しい間隔 $L_0$ となるように設置される。

【0037】撮影制御手段8は、カメラ2による撮影の実行を、スリット光群51Σ（以降、スリット光51、51C~51Fを総称する場合には、このように言うことがある。）の両端に位置するスリット光（三次元形状計測装置1Bの場合には、スリット光51Cとスリット光51Fである。）の間隔 $L_2$  + 間隔 $L_0$ に等しい距離だけ、物体3が移動するに要する時間と同一の周期、あるいは、カメラ2による撮影の実行を、間隔 $L_0$ に等しい距離だけ物体3が移動するに要する時間と同一の周期で行わせる撮影信号8aを、カメラ2に与える装置である。

【0038】図7に示した三次元形状計測装置1Bは前述の構成としており、光切断法を利用して物体3の三次元形状を計測する装置である。光源装置5C~5Fから出射されるスリット光51C~51Fは、光源装置5によるスリット光51と同様に、物体3を照射する。スリット光51C~51Fの照射を受けた物体3は、それぞれに対応する反射光51CA~51FAおよび51CB~51FBを反射する。スリット光51による反射光51A、51Bを含めた反射光群51ΣA（以降、反

$$(L_2 + L_0) \times n \geq L_1$$

また、撮影制御手段8として、間隔 $L_0$ に等しい距離だけ物体3が移動するに要する時間と同一の周期でカメラ2に撮影を行わせる撮影信号8aを出力するものを用いた場合について、図9により説明する。ある撮影タイミングにおいて、物体3の位置が、図9中に実線で示した位置に在ったものとする。その際のスリット光5Dにより照射を受ける位置を位置Qとする。物体3が例えば $L_0 \times m$ （図9に示した場合では、 $m=2$ である。）だけ移動した後の物体3上の位置Qは、スリット光5Eにより照射を受けることになる。

【0042】載置面4aで反射したスリット光5Dに対応する反射光を、第2の反射鏡62Aおよび第2の反射鏡62Bで受光する角度は、それぞれ角度 $\theta_{1A}$ 、 $\theta_{1B}$ であり、載置面4aで反射したスリット光5Eに対応する反射光を、第2の反射鏡62Aおよび第2の反射鏡62Bで受光する角度は、それぞれ角度 $\theta_{2A}$ 、 $\theta_{2B}$ である。すなわち、物体3が間隔 $L_0$ に等しい距離だけ移動する毎にカメラ2で物体3を撮影して、それ等に対応する画像信号2aをフレームメモリ72に格納するようにする

射光51A、51CA~51FAを総称する場合には、このように言うことがある。）と、反射光群51ΣB（以降、反射光51B、51CB~51FBを総称する場合には、このように言うことがある。）は、スリット光51、51C~51Fの等間隔 $L_0$ である関係を保持したまま、反射鏡構成体6A、6Aを介して受光部21に入射する。

【0039】ここで、三次元形状計測装置1Bにおいて、カメラ2で得られる画像フレーム9Bを説明する。図8中に示したごとく、三次元形状計測装置1Bにおいては、三次元形状計測装置1の場合とは異なり、光源装置として光源装置5、5A~5Fが設置されていることにより、画像フレーム931には反射光51ΣAによる画像312Σaが存在し、画像フレーム932には反射光51ΣBによる画像312Σbが存在する。この画像フレーム9B中の画像は、画像信号2aとしてカメラ2から出力され、A/D変換回路部71を介してデジタル化されたうえで、フレームメモリ72の1枚に格納される。

【0040】撮影制御手段8として、間隔 $L_2 + L_0$ に等しい距離だけ物体3が移動するに要する時間と同一の周期でカメラ2に撮影を行わせる撮影信号8aを出力するものを用いた場合には、物体3の図7においてのX方向の全長 $L_1$ にわたる要所の画像を取得するのに当たり、例えば三次元形状計測装置1の場合と比較すると、（式1）による関係による撮影回数nに、カメラ2による撮影の回数を減少することが可能となる。

【0041】

【数1】

$$\dots\dots\dots (1)$$

ことで、それぞれ観測する角度が異なる物体3の同一部位の画像を得ることができるのである。

【0043】物体3をカメラ2で撮影する場合に、物体3の形状が凹凸を持つ場合等に、物体3からの反射光を受光する位置と物体3の形状との関係で、ある部位の物体3で反射した反射光を入射させることができないことが有るが、三次元形状計測装置1Bで得られる画像では、ある角度で受光した場合の反射光であつては陰になることで画像が欠落する物体部位が有つても、この部位の画像は他の角度で受光した他の画像により得ることができる可能性を持つことになる。

【0044】これにより、同一個所を互いに異なる多数の角度から受光した場合の画像信号2aを互いに補間させて処理して、欠落された物体部分の画像を補間し合うことで、大きな凹凸を持つ形状の物体3の正確な計測が可能となるのである。

【実施例4】図10は、請求項6に対応するこの発明の一実施例；図10は、請求項6に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図であり、図11は、図10中に示した三次元形状計測装置で

得られる一例としての画像のグラフである。なお、図10は、コンベアの搬送方向が紙面に垂直であるとして描かれている。図10、図11において、図1～図3に示した請求項1に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。図10において、1Cは、図1、図2に示した請求項1に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置1に対して、光源装置5と、反射光用の伝達手段である反射鏡構成体6A、6Bに替えて、第1の光源装置群5Gと、反射光用の伝達手段である反射鏡構成体6Gを用いるようにした三次元形状計測装置である。

【0045】第1の光源装置群5Gは、光源装置5を個別光源装置として用い、それぞれの光源装置5が照射するスリット光51a、51b、51cの幅方向が、いずれも物体3が載置される載置面4aに対して水平方向になると共に、互いに平行かつ相互間隔 $H_0$ による等間隔となるように設置されるものである。なお、光源装置5は、それぞれのスリット光51a、51b、51cが物体3の全周を隈なく照射するようにするために、それぞれのスリット光51a、51b、51c毎に複数台数が設置される。

【0046】反射鏡構成体6Gは、共に円錐形状の反射面を有する一対となる第1の反射鏡61Gと第2の反射鏡62Gとを備えている。反射鏡61Gは、その反射面61Gaを受光部21側に向けて、その中心軸線がコンベア4の載置面4aに対して垂直となり、しかもこの中心軸線が受光部21の中心に一致するように設置されている。また、反射鏡62Gは、その反射面62Gaを物体3側に向けて、その中心軸線が反射鏡61Gの中心軸線と同心と共に、その反射面62Gaで受けた物体3から反射された前記第1のスリット光群51G（以降、スリット光51a、51b、51cを総称する場合には、このように言うことがある。）の反射光群51GAを反射鏡61Gの反射面61Gaに向けて反射する位置に設置されている。すなわち、反射鏡構成体6Gは、物体3から反射された反射光群51GAを、反射鏡62Gで受光して、反射鏡61Gに向けて反射し、反射鏡61Gは、反射鏡62Gに映る物体3の像の全体が、カメラ2の受光部21によって受光されるようにしている。

【0047】スリット光群51Gが物体3で反射した反射光群51GAの持つ個々の反射光は、いずれも物体3の周囲を一巡する環状であり、それぞれの反射光群51GAの持つ個々の反射光は、スリット光群51Gのそれぞれのスリット光51a、51b、51cの相互間隔 $H_0$ に従う物体3の等高位置で反射した反射光に対応する。ところで、反射鏡61Gと反射鏡62Gがその中心軸を同心とした円錐形であることにより、反射鏡61Gが反射する反射光は、物体3で反射した反射光群51GAの状態のままが保持される。

【0048】図10に示した三次元形状計測装置1Cは前述の構成としており、光切断法を利用して物体3の三次元形状を計測する装置である。三次元形状計測装置1Cにおいては、コンベア4の載置面4a上に載置された物体3がコンベア4により搬送されて、受光部21の直下付近に物体3の中心部が到達したタイミングで、カメラ2による撮影を行い、物体3の画像を得る。ここで、三次元形状計測装置1Cにおいて、カメラ2で得られる画像フレーム9Cを説明する。図11中に示したごとく、三次元形状計測装置1Cにおいては、三次元形状計測装置1の場合とは異なり、物体3の周囲から水平なスリット光群51Gが照射されるので、それによる反射光群51GAも物体3の周囲を一巡する環状となる。それぞれの反射光群51GAによる反射光は、スリット光群51Gのそれぞれのスリット光51a、51b、51cの相互間隔 $H_0$ に従う物体3の等高線となって現れる。すなわち、画像フレーム9Cには、それぞれ、スリット光51a、51b、51cに対応する物体3の画像が、等高線である画像38a、38b、38cとして得られる。画像フレーム9Cによる画像が画像信号2aとしてカメラ2から出力され、フレームメモリ72の1枚に格納される。

【0049】このフレームメモリ72に格納された画像信号2aを、処理回路部73に取り出し、これに相互間隔 $H_0$ の寸法等の既知の値も合わせて使用して、物体3の三次元形状の演算処理が行われる。三次元形状計測装置1Cでは、1台のカメラ2を用いての1回の撮影によって、複数の等高位置の物体3の形状を表す画像が得られることで、物体3の三次元形状の計測を短時間で遂行することが可能となるのである。

【0050】実施例4における今までの説明では、第1の光源装置群5Gの備えるスリット光群51Gの本数は3本であるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、4本以上であってもよいものである。スリット光51Gの本数を増やすことにより、物体3の三次元形状の計測精度を向上させることが可能である。実施例5；図12は、請求項7に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図であり、図13は、図12においてS矢から見た側面図であり、図14は、図12、図13中に示した三次元形状計測装置で得られる一例としての画像のグラフである。なお、図12は、コンベアの搬送方向が紙面に垂直であるとして描かれている。図12、図13において、図1～図3に示した請求項1に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置、および、図10、図11に示した請求項6に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0051】図12、図13において、1Dは、図10に示した請求項6に対応するこの発明の一実施例による

三次元形状計測装置1Cに対し、第2の光源装置群5Hを追加して用いるようにした三次元形状計測装置である。第2の光源装置群5Hは、少なくとも2組の光源装置5を個別光源装置として用いており、それぞれの光源装置5は、カメラ2の撮影の邪魔にならないように、コンベア4の搬送方向(図13中の矢印Xで示した。)に対して直角方向の、相対する斜め上方から、コンベア4の載置面4aに対してスリット光51d, 51eを照射するよう設置される。また、第2の光源装置群5Hは、スリット光51d, 51eのスリット状の幅方向がコンベア4の搬送方向に対して垂直方向となると共に、これ等のスリット光51d, 51eがその幅方向で、コンベア4の搬送方向に沿って間隔 $L_D$ を保って互いに平行するように設置される。

【0052】第2の光源装置群5Hが照射する第2のスリット光群51H(以降、スリット光51d, 51eを総称する場合には、このように言うことがある。)は、物体3に当たって反射光群51HAとなって反射される。この反射光群51HAは、第1の光源装置群5Gによる反射光群51GAと同様に、反射鏡構成体6Gを介してカメラ2の受光部21に受光される。これら反射光によってカメラ2で得られた画像が画像信号2aとしてカメラ2から出力され、フレームメモリ72の1枚に格納されることになる。

【0053】図12, 図13に示した三次元形状計測装置1Dは前述の構成としており、光切断法を利用して物体3の三次元形状を計測する装置である。三次元形状計測装置1Dにおいても、物体3がコンベア4により搬送されて、受光部21の直下付近にその中心部が到達したタイミングで、カメラ2の撮影を行い、物体3の画像を得る。ここで、三次元形状計測装置1Dにおいて、カメラ2で得られる画像フレーム9Dについて説明する。図14中に示したごとく、三次元形状計測装置1Dにおいては、三次元形状計測装置1Cの場合の画像に、反射光群51HAによる画像が加えられた状態の画像が得られる。すなわち、画像フレーム9Dには、それぞれ、スリット光51d, 51eに対応する物体3の画像38d, 38eが図14中に示すように得られる。画像38a, 38b, 38cが物体3をいわば水平に切断した場合の輪郭線を示すものであるのに対し、画像38d, 38eは物体3をいわば垂直方向に切断した場合の輪郭線を示すものである。このために、画像38a, 38b, 38cと画像38dあるいは画像38eとが交差する交点では、同一の垂直平面上に存在することになる。

【0054】従って、それぞれが等高線である画像38a, 38b, 38cに画像38d, 38eを追加することで、これら等高線の相互間の、物体3の形状に関する情報が得られることになるので、等高線間の形状が補正された、精度の一層高い物体の三次元形状の計測が可能となる。実施例5における今までの説明では、第2の光

源装置群5Hの備えるスリット光群51Hの本数は2本であるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、3本以上であってもよいものである。スリット光51Hの本数を増加することにより、物体3の三次元形状の計測精度を一層向上させることが可能である。なお、スリット光51Hの本数を増加する場合には、本数を増加した分に応じて、画像データ上において、それぞれの画像線分の分離処理等を追加する必要がある。

【0055】実施例1～実施例5における今までの説明では、コンベア4は物体3を搬送するものであるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、物体3は静止させておいて、カメラ2をコンベア4に載置して移動させてもよいものである。

【0056】

【発明の効果】この発明においては、前述の構成としたので次記する効果が有る。すなわち、

①撮像手段は、スリット光の幅方向を含む平面内に、その受光部を計測対象物体側に向けて設置されたものであり、反射光用の伝達手段は、前記スリット光の幅方向を含む平面に関して互いに反対面側となる領域に、それぞれが二次元平面をなす反射面を持つ2枚の反射鏡を備えた一対の反射鏡構成体であり、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けてその二次元平面の一方の座標軸を前記スリット光の幅方向を含む前記平面に平行させると共に、その反射面の他方の座標軸と前記の前記スリット光の幅方向を含む平面とのなす角度が鈍角をなして設置され、それぞれの反射光用の伝達手段が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてその一方の座標軸を第1の反射鏡の一方の座標軸に平行させると共に、その反射面で受けた計測対象物体から反射された前記スリット光の反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置され、前記スリット光の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対面側となる領域に計測対象物体からそれぞれ反射された前記の反射光が、前記の撮像手段によって受光されるようするものであり、画像信号の処理手段は、それぞれの反射鏡構成体からの反射光に対応する画像信号を入力し、これ等の画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである構成とすることにより、物体の前記の平面に関して互いに反対面側となる領域から反射したスリット光に対応する反射光は、それぞれの反射鏡構成体を介して撮像手段の受光部に入射する。これにより、撮像手段には、前記の平面に関して互いに反対面側となる物体の画像が、一体に得られることになる。

【0057】従って、この発明による撮像手段で得られる画像では、一方の反射鏡構成体を介した反射光であっては陰になることで、画像が欠落する物体部位があったとしても、この部位の画像は他方の反射鏡構成体を介した反射光による画像により得ることができる。これ等の

画像信号を画像信号の処理手段により、前記の平面に関して互いに反対側となる領域に反射した反射光による画像信号を互いに補間させて処理し、欠落された物体部分の画像を補間し合うことで、ドーム状のような形状の物体の正確な計測が可能となる等、物体の三次元形状計測の精度を向上することが可能となる。

【0058】②撮像手段は、第1の光源装置から照射された第1のスリット光の幅方向を含む平面内に、その受光部を計測対象物体側に向けて設置されたものであり、反射光用の伝達手段は、撮像手段が位置する第1のスリット光の幅方向を含む平面に関して互いに反対側となる領域に、それぞれが二次元平面をなす反射面を持つ2枚の反射鏡を備えた一对の反射鏡構成体であり、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けてその二次元平面の一方の座標軸を第1のスリット光の幅方向に平行させると共に、その反射面の他方の座標軸と第1のスリット光の幅方向を含む前記平面とのなす角度が鈍角をなし、しかも、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡の、第1の光源装置からの第1のスリット光の幅方向を含む前記平面側の相互間に間隙を介在させて設置され、それぞれの反射鏡構成体が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてその一方の座標軸を第1のスリット光の幅方向に平行させると共に、その反射面で受けた計測対象物体から反射された第1のスリット光の反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置され、第1のスリット光の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対側となる領域に計測対象物体からそれぞれ反射された前記の反射光が、前記の撮像手段によって受光されるようにするものであり、計測対象物体の搬送に供せられる搬送手段または計測対象物体を載置する載置台は、少なくとも計測対象物体を載置する部位に、この第1のスリット光の持つ幅方向と平行させた幅方向を有するスリット状の開口部を設けるものであり、搬送手段の撮像手段の受光部に関する反対側には、前記開口部および第1の反射鏡の相互間の前記の間隙を通して撮像手段の受光部に向けて第2のスリット光を照射する第2の光源装置が設置されており、この第2の光源装置が供給する第2のスリット光は、第1のスリット光の幅方向と平行する幅方向を有するものであり、画像信号の処理手段は、それぞれの反射鏡構成体からの反射光に対応する画像信号と、第2のスリット光に対応する画像信号を入力し、それぞれの画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである構成とすることにより、この場合には、前記①項による第1の光源装置からの第1のスリット光に加えて、第2の光源装置が供給する第2のスリット光が供給される。この第2のスリット光は、物体を介して撮像手段の受光部に向けて照射されるものであるため、受光部で受光される第2のスリット光は、物体によってその一部が遮蔽され

たものになる。

【0059】従って、物体をその最大幅が開口部に位置するように載置するならば、第2のスリット光の欠落した部分が物体の最大幅であることとなり、第2のスリット光による画像によって、物体の幅方向寸法の正確な情報を得ることが可能となる。この物体の幅方向寸法の情報を使用することで、物体の端部部分の形状に対する補正処理の実行が容易になり、しかもその演算処理を短時間に実行することが可能となる。

【0060】③光源装置は、スリット光を照射する複数の個別光源装置であり、それぞれの光源装置は、照射する前記スリット光の幅方向がいずれも、搬送手段の搬送方向に対して垂直方向になると共に、搬送手段の搬送方向に沿って互いに平行かつ間隔を設けて設置されるものであり、撮像手段は、光源装置が備えた複数の個別光源装置が照射する前記スリット光の内の、搬送手段の搬送方向に関してほぼ中央部に存在するスリット状のスリット光の幅方向を含む平面内に、その受光部を計測対象物体側に向けて設置されたものであり、反射光用の伝達手段は、撮像手段の位置する前記スリット光の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対側となる領域に、それぞれが二次元平面をなす反射面を持つ2枚の反射鏡を備えた一对の反射鏡構成体であり、それぞれの反射鏡構成体が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向けてその二次元平面の一方の座標軸を前記スリット光の幅方向に平行させると共に、その反射面の他方の座標軸と前記スリット光の幅方向を含む前記平面とのなす角度が鈍角をなして設置され、それぞれの反射光用の伝達手段が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けてその一方の座標軸を前記スリット光の幅方向に平行させると共に、その反射面で受けた計測対象物体が反射した前記スリット光の反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置され、前記スリット光の幅方向を含む前記平面に関して互いに反対側となる領域に計測対象物体からそれぞれ反射された前記の反射光が、前記の撮像手段によって受光されるようにするものであり、画像信号の処理手段は、それぞれの反射鏡構成体からの複数の個別光源装置を光源とする反射光に対応する画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである構成とすることにより、この場合には、前記①項による光源装置からのスリット光に加えて、それぞれの個別光源装置からの、その幅方向が前記スリット光の幅方向と平行なスリット光が供給される。これ等の複数のスリット光に対応する反射光が撮像装置の受光部に入射されることになる。従って、撮像装置では、複数の個別光源装置によるスリット光が当たっている範囲分の複数のスリット光に対応する複数の画像が、一回の撮影によって得られることになる。これにより、物体の形状に関する画像情報を少ない撮影回数で取得し得ることとなり、物体の三次元

形状の計測時間を短縮することが可能となる。

【0061】④前記③項において、撮影制御手段を備え、撮影制御手段は、撮像手段による撮影の実行を、搬送手段により搬送される計測対象物体または撮像手段が、複数の個別光源装置によるスリット光の両端に位置する前記スリット光間の間隔と、隣接する前記スリット光の相互間隔の和に等しい距離だけ移動するに要する時間と同一の周期で行わせる動作信号を撮像手段に与えるものである構成とすることにより、物体の搬送手段の搬送方向わたる画像を得るのに際して、最も少ない撮影回数で取得することができ、物体の三次元形状の計測時間を短縮することが可能となる。

【0062】⑤前記③項において、光源装置は、それぞれの個別光源装置が照射するスリット光の幅方向の相互間隔が、等間隔であり、また、撮影制御手段を備え、この撮影制御手段は、撮像手段による撮影の実行を、搬送手段により搬送される計測対象物体または撮像手段が、複数の個別光源装置によるスリット光の、それぞれの前記スリット光間の相互間隔に等しい距離だけ移動するに要する時間と同一の周期で行わせる動作信号を撮像手段に与えるものである構成とすることにより、個別光源装置の設置台数と同数の物体の同一部位の画像が、互いに異なる角度で同一部位を観測した場合の画像が得られる。一般に、凹凸を持つ物体の形状を観測する場合に、物体からの反射光を受光する位置と物体の形状との関係で、物体の一部の部位の画像が得られない場合があるが、このような場合であっても、この発明による三次元形状計測装置によれば、異なる角度で観測した画像が得られることで、そのような部位の画像を得られる可能性が有る。

【0063】従って、互いに異なる角度で同一部位を観測した場合の画像信号を使用して、互いに補間させて処理することで、欠落された部位の画像信号を補間し合うことで、大きな凹凸を持つ物体の形状の、三次元形状の計測を正確に行うことが可能となる。

⑥ 光源装置は、第1のスリット光群を照射する複数の個別光源装置を持つ第1の光源装置群であり、それぞれの個別光源装置は、照射するスリット光の幅方向が、いずれも計測対象物体が載置される載置面に対して水平方向になると共に、互いに平行かつ間隔を設けて設置されるものであり、反射光用の伝達手段は、共に円錐形状の反射面を有すると共に、その中心軸線が物体が載置される載置面に対して垂直となり、しかも、その中心軸線が同心となるように設置された2個の反射鏡を備え、反射光用の伝達手段が備える第1の反射鏡は、その反射面を撮像手段の受光部側に向け設置され、反射光用の伝達手段が備える第2の反射鏡は、その反射面を計測対象物体側に向けると共に、その反射面で受けた計測対象物体から反射された前記第1のスリット光群の反射光を第1の反射鏡の反射面に向けて反射する位置に設置されてな

り、撮像手段は、その受光部を計測対象物体側に向けると共に、2個の前記反射鏡を持つ円錐形状をなす反射面の、その円錐形の中心軸線上に受光部の中心が位置するように設置されたものであり、画像信号の処理手段は、反射光用の伝達手段を介して入力された計測対象物体からの前記反射光に対応する複数の画像信号を入力し、これ等の画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである構成とすることにより、その幅方向が間隔を置いて互いに水平となる複数のスリット光群が、物体の全周囲に照射されされることで、物体の等高線位置に対応する画像を1回の撮影によって得ることが可能となる。これにより、物体の三次元形状の計測に要する時間を短縮することが可能となる。

【0064】⑦前記⑥項において、搬送手段の搬送方向に関する垂直方向から計測対象物体にそれぞれ第2のスリット光群を照射する複数の個別光源装置からなる第2の光源装置群を備え、第2の光源装置群の持つ複数の個別光源装置は、それぞれのスリット光の幅方向が搬送手段の搬送方向に対して垂直方向となると共に、これ等のスリット光がその幅方向で、搬送手段の搬送方向に沿って互いに平行するように設置されたものであり、画像信号の処理手段は、反射光用の伝達手段を介して入力された計測対象物体からの第1の光源装置群による第1のスリット光群の反射光、および、前記の第2のスリット光群の反射光に対応する画像信号を入力し、それぞれの反射光に対応する画像信号を互いに補間させて処理して計測対象物体の形状を演算するものである構成とすることにより、第1の光源装置群による物体の等高線位置に対応する画像に加えて、第2の光源装置群が照射するスリット光群により、前記の等高線位置の間の物体の形状に関する画像を得られる。この第2のスリット光群による画像信号を用いて、等高線間の物体の形状の補間演算を行うことで、三次元形状計測に際して、計測精度を一層高めることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図

【図2】図1中に示した処理手段のブロック図

【図3】図1中に示した三次元形状計測装置で得られる一例としての画像のグラフであり、(a)は物体の先端部にスリット光が照射されている場合、(b)は物体の中心部にスリット光が照射されている場合、(c)はスリット光の照射位置を物体が通過してしまった場合

【図4】請求項2に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図

【図5】図4中に示した三次元形状計測装置で得られる一例としての画像のグラフ

【図6】画像の補間方法を説明するグラフ

【図7】請求項3～5に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図

【図8】図7中に示した三次元形状計測装置で得られる一例としての画像のグラフ

【図9】図7におけるR部の詳細図

【図10】請求項6に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図

【図11】図10中に示した三次元形状計測装置で得られる一例としての画像のグラフ

【図12】請求項7に対応するこの発明の一実施例による三次元形状計測装置を説明する側面図

【図13】図12においてS矢から見た側面図

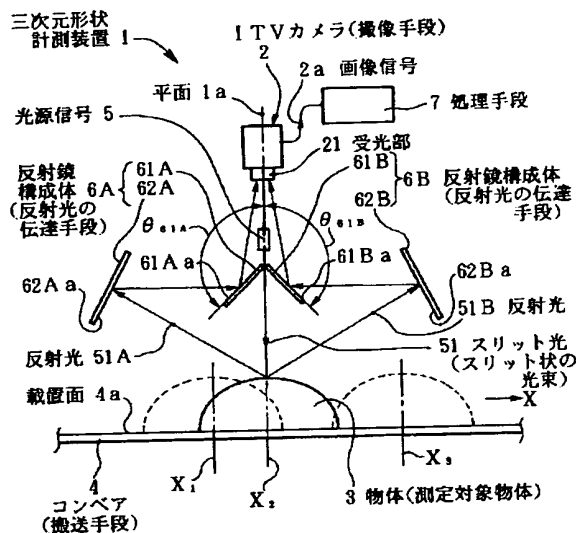
【図14】図12、図13中に示した三次元形状計測装置で得られる一例としての画像のグラフ

【符号の説明】

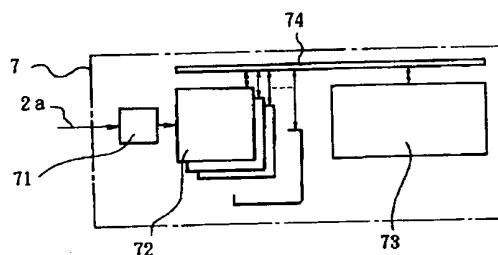
1 三次元形状計測装置

- 1 a 平面
- 2 I TVカメラ (撮像手段)
- 2 1 受光部
- 2 a 画像信号
- 3 物体 (測定対象物体)
- 4 コンベア (搬送手段)
- 4 a 載置面
- 5 光源装置
- 5 1 スリット光 (スリット状の光束)
- 5 1 A 反射光
- 5 1 B 反射光
- 6 A 反射鏡構成体 (反射光の伝達手段)
- 6 B 反射鏡構成体 (反射光の伝達手段)
- 7 処理手段

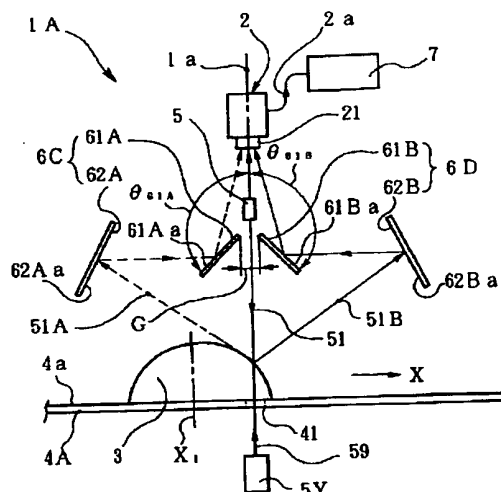
【図1】



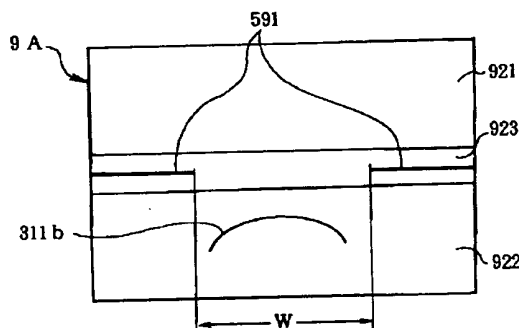
【図2】



【図4】

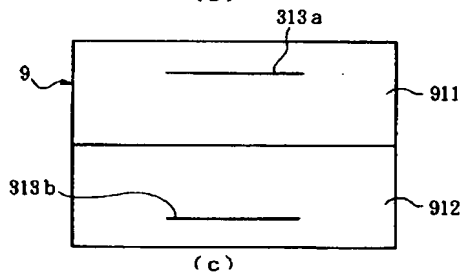
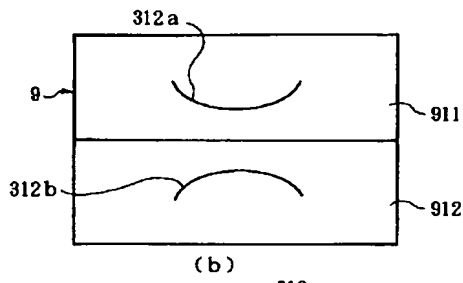
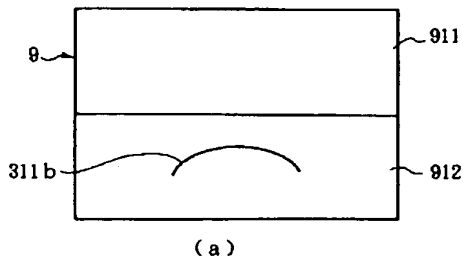


【図5】

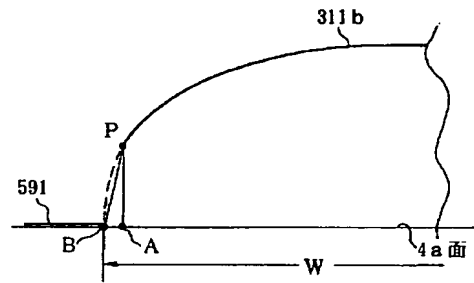




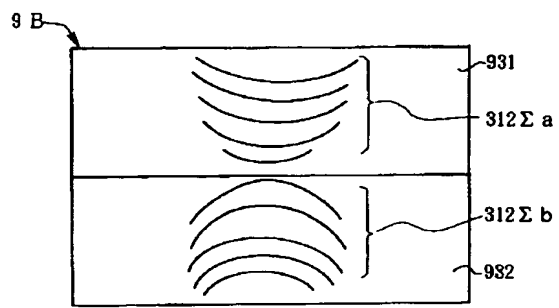
【図3】



【図6】

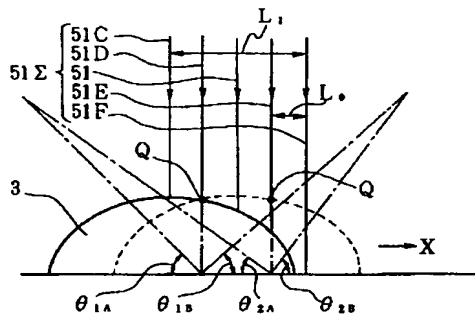
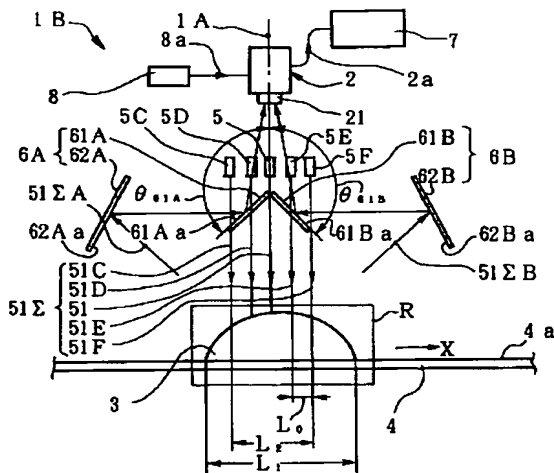


【図8】

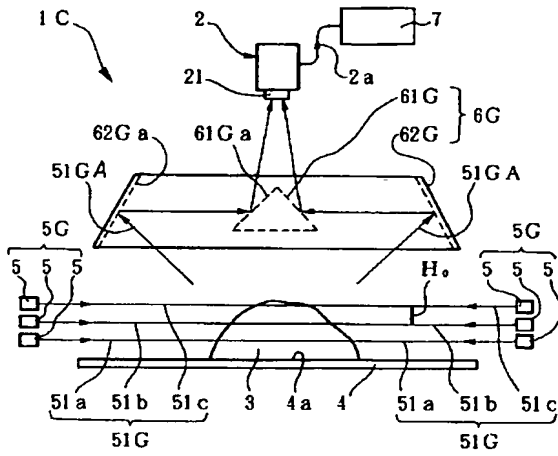


【図9】

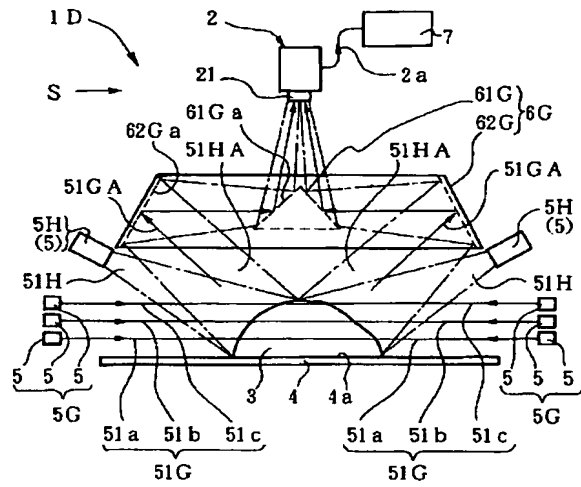
【図7】



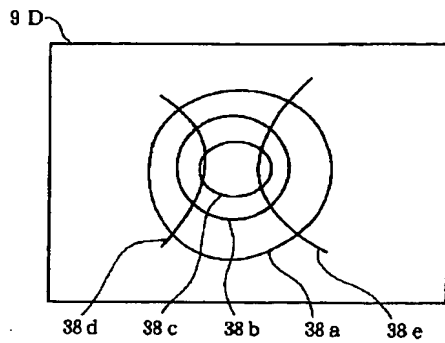
【図10】



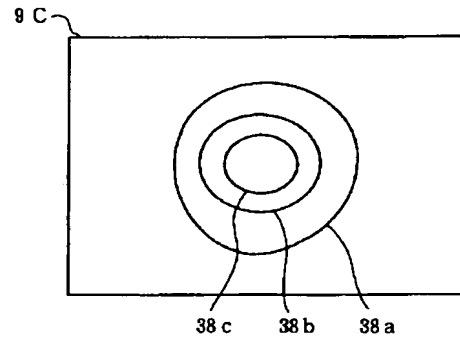
【図12】



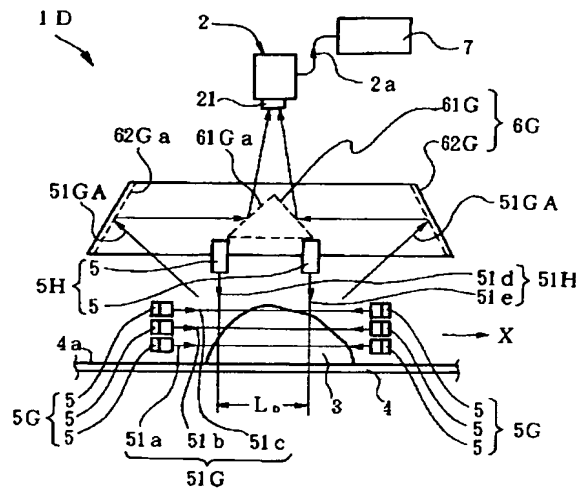
【図14】



【図11】



【図13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**